

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de Caracteres Agronómicos al Aplicar Mastergrow en Chile
Jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en Invernadero

Por:

JOSÉ BENITO GARCÍA PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Febrero del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de Caracteres Agronómicos al Aplicar Mastergrow en Chile
Jalapeño (*Capsicum annum* L.) en Invernadero

Por:

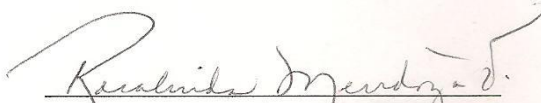
JOSÉ BENITO GARCÍA PÉREZ

TESIS

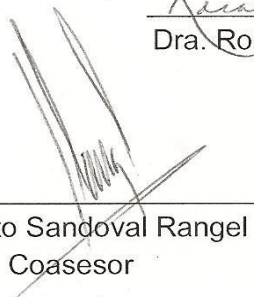
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

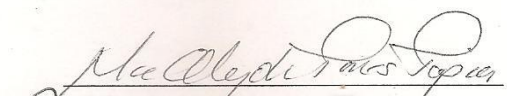
Aprobada



Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal
Asesor Principal



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor



M.P. María Alejandra Torres Tapia
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Febrero del 2014

AGRADECIMIENTOS

A dios por darme vida, salud, paz, felicidad, amor y por haberme dado la oportunidad de poder concluir mis estudios. Sabiendo que él está conmigo en todo momento, le agradezco infinitamente porque sin su bendición yo no estaría en este mundo.

De todo corazón a la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** “**ALMA TERRA MATER**” por abrirme su puerta para prepararme como profesionista durante cuatro años y medio, y ahora he cumplido una de mis metas gracias a esta casa de estudios.

A la Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal por su disponibilidad, comprensión, paciencia, consejos y por haberme dado la oportunidad de trabajar con ella y sacar adelante este trabajo.

Al Dr. Alberto Sandoval Rangel por su disponibilidad en la revisión y observaciones de esta investigación.

A la M.P. Alejandra Torres Tapia por su apoyo brindado para terminar satisfactoriamente este trabajo.

Al M.C. Víctor Manuel Villanueva Coronado por brindarme su tiempo en la presentación de mi tesis.

A mis compañeros con los que conviví cuatro años y medio en mi Alma Terra Mater, prácticamente formé otra familia con ellos, y les agradezco infinitamente su apoyo hacia mi cuando los necesité.

A mis primos quienes estuvieron conmigo en los momentos que más los necesité.

A mis amigos: Jorge Luis, Dora Anabel, María Luisa, Antonia.

DEDICATORIAS

A dios

Por permitirme dar un paso más tan importante y exitoso en mi vida; guiándome en todo momento para llegar a ser lo que soy ahora. Gracias señor por haberme permitido lograr uno de mis objetivos.

A mis padres

Sr. Margarito García Hernández

Sra. Carlota Pérez Pérez

Por ser el pilar fundamental en mi vida, por todo su esfuerzo y sacrificio, que han hecho por mí, por su gran apoyo en todo momento de mi vida, por su enseñanza, educación, consejos, por su paciencia y perdón de mis errores. Les doy las gracias por su gran amor que me han entregado, lo que hizo posible lograr el triunfo profesional alcanzado y por ser los mejores padres que dios me ha dado. Este logro no solo es para mí sino también para ustedes.

A mi novia Martina Velasco García, quien me ha dado todo su amor incondicionalmente, este logro es para los tres ahora que ya viene en camino el fruto de nuestro amor.

A mis hermanos y hermanas

Romeo, Mercedes, Álvaro, Abenamar, M. Concepción, Olivia y Margarito. Gracias por su ayuda y apoyo incondicional que me han brindado en los momentos que más los necesité.

A mi hermano Domingo por haberme apoyado durante mi carrera profesional.

A mis sobrinos que los quiero mucho.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO.....	3
HIPÓTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Generalidades del Chile	4
Importancia del género <i>Capsicum annuum</i> L.....	4
Clasificación taxonómica del Chile jalapeño.....	5
Descripción Botánica.....	6
La producción de Chile en México	6
Diversidad genética de <i>Capsicum annuum</i> L.	7
Fertilización foliar	7
Producto Mastergrow.....	8
Modo de acción	9
Aplicación de Mastergrow en diferentes Cultivos	9
Soluciones Steiner	10
Agricultura orgánica.....	11
Abono orgánico.....	12
Elementos para el crecimiento y desarrollo del cultivo	12
Nutrientes esenciales	13
Nitrógeno	13
La agricultura y el uso de fertilizantes nitrogenados.....	13
El nitrógeno en la planta	14
Función del nitrógeno en la planta	14
Fósforo.....	14

El fósforo en la planta	15
Potasio	15
El potasio en la planta	16
Azufre	16
El azufre en la planta	17
MATERIALES Y MÉTODOS	18
Ubicación del área experimental	18
Descripción del área	18
Semilla	18
Siembra.....	18
Preparación del sustrato	18
Riegos y fertilización.....	18
Plagas	19
Plaguicidas	19
Dosis de Mastergrow	19
Aplicación de solución Steiner	20
Caracteres Agronómicos Evaluados.....	22
Altura de planta.....	23
Medición de diámetro de tallo	23
Peso fresco de follaje	23
Peso seco de follaje.....	23
Peso fresco de raíz.....	23
Peso seco de raíz.....	23
Longitud de raíz.....	24
Rendimiento	24
Análisis de datos	24
Modelo estadístico en parcelas divididas	24
Modelo estadístico diseño completamente al azar	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
Altura de planta.....	26
Diámetro de tallo	27

Peso fresco y seco de follaje.....	29
Peso fresco y seco de raíz.....	31
Longitud de raíz.....	32
Rendimiento peso de fruto por planta.....	34
CONCLUSIÓN.....	36
LITERATURA CITADA.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición garantizada de Mastergrow	9
Cuadro 2. Tratamientos establecidos en el cultivo de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.....	19
Cuadro 3. Solución Steiner al 25% aplicada a plantas de chile jalapeño Var. Grande en Invernadero. UAAAN, 2012.....	20
Cuadro 4. Solución Steiner al 50% aplicada a plantas de chile jalapeño Var. Grande en Invernadero. UAAAN, 2012.....	21
Cuadro 5. Solución Steiner al 100% aplicada a plantas de chile jalapeño Var. Grande en Invernadero. UAAAN, 2012.....	22
Cuadro 6. Cuadrados medios de tres evaluaciones de altura de planta en cultivo de chile jalapeño Var. Grande con aplicación de Mastergrow en invernadero. UAAAN, 2012.....	26
Cuadro 7. Prueba de comparación de medias, en tres muestreos para altura de planta, en cultivo de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.	27
Cuadro 8. Cuadrados medios de una evaluación de diámetro de tallo en chile jalapeño Var. Grande con aplicación de Mastergrow en invernadero. UAAAN, 2012.....	28
Cuadro 9. Prueba de comparación de medias para diámetro de tallo en un muestreo, en cultivo de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.....	29
Cuadro 10. Cuadrados medios de dos evaluaciones de peso fresco y seco de follaje en chile jalapeño Var. Grande con aplicación de Mastergrow en invernadero. UAAAN, 2012.....	29

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias para peso fresco y seco de follaje en dos muestreos, en cultivo de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.....	30
Cuadro 12. Cuadrados medios de dos evaluaciones de peso fresco y seco de raíz en chile jalapeño Var. Grande con aplicación de Mastergrow en invernadero. UAAAN, 2012.....	31
Cuadro 13. Prueba de comparación de medias en gramos para peso fresco y seco de raíz en dos muestreos, en cultivo de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.....	32
Cuadro 14. Cuadrados medios de dos evaluaciones de longitud de raíz en chile jalapeño Var. Grande con aplicación de Mastergrow en invernaderos. UAAAN, 2012.....	33
Cuadro 15. Prueba de comparación de medias en centímetro para longitud de raíz en dos muestreo, en cultivo de chile jalapeño. UAAAN, 2012.	33
Cuadro 16. Cuadrados medios de rendimiento de chile jalapeño Var. Grande aplicando Mastergrow en invernadero. UAAAN, 2012.....	34
Cuadro 17. Prueba de comparación de medias para la producción en peso de fruto/ planta, en dos cortes de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.....	35

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes dosis de aplicación de Mastergrow (fertilizante orgánico foliar), en dos fechas de aplicación en chile jalapeño (*Campsicum annuum* L.) bajo invernadero, para evaluar caracteres agronómicos y rendimiento. Se evaluaron 4 tratamientos: T₁); aplicación de soluciones Steiner (testigo), T₂) 1.5 kg/ha (mastergrow): 1.0 kg/ha a los 44 ddt y 0.5 kg/ha a los 66 ddt, T₃) 3.0 kg/ha (mastergrow) 1.5 kg/ha a los 44 ddt, y 1.5 kg/ha a los 66 ddt, T₄) 4.5 kg/ha (mastergrow): 3.0 kg/ha a los 44 ddt, y 1.5 kg/ha a los 66 ddt, aplicada en forma foliar. Se midió altura de planta, diámetro de tallo, peso fresco y seco de follaje, peso fresco y seco de raíz, longitud de raíz y rendimiento. Se utilizó el diseño de arreglo en parcelas divididas para altura de planta y diámetro de tallo, y en las otras variables se usó el diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los resultados obtenidos en altura de planta el mejor tratamiento es el 4(4.5 kg/ha de Mastergrow) con 8.8, 11.75 y 11.72 % de incremento en relación al testigo en los tres muestreos; en diámetro de tallo el T₄ (4.5 kg/ha de Mastergrow); primera evaluación de peso fresco T₄ (4.5 kg/ ha de Mastergrow), es el mejor tratamiento y en peso seco el T₂ (1.5 kg/ha de Mastergrow). En la primera evaluación de peso fresco de raíz el mejor es T₄ (4.5 kg/ha de Mastergrow), y en peso seco de raíz el T₂ (1.5 kg/ha de Mastergrow); para longitud de raíz en la primera evaluación sobresalió el T₄ (4.5 kg/ha de Mastergrow), y en la segunda el T₂ (1.5 kg/ha de Mastergrow) y para el rendimiento la dosis de 3.0 kg/ha de Mastergrow. Los caracteres agronómicos en el cultivo de chile jalapeño Var. Grande son modificados con la aplicación del Mastergrow para altura de planta no hubo influencia de las tres dosis y La dosis de 3 Kg/ha incrementó el peso de frutos por planta.

Palabras clave: chile jalapeño, fertilizante foliar, caracteres agronómicos.

INTRODUCCIÓN

Entre las especies con mayor riqueza y biodiversidad en México se encuentra el chile (*Capsicum annuum*) (Hermosillo-Cereceres *et al*, 2008). El género *Capsicum* de la familia Solanaceae tiene gran importancia en la economía nacional y mundial (Aktas *et al.*, 2009). El chile es una especie de gran importancia comercial y es cultivado para su consumo en fresco, seco y en productos procesados. Según datos de FAOSTAT (2009), la superficie mundial sembrada de chiles asciende a 1.7 millones de hectáreas, con una producción de 25.1 millones de toneladas. Después de China, México es el segundo productor, les siguen Turquía, Estados Unidos, España e Indonesia, representando el 25% (FAOSTAT, 2009; Aktas *et al*, 2009). En México los principales productores son Zacatecas y Chihuahua, en menor medida están Durango y Coahuila, en esta región el cultivo de chile tiene gran importancia en la economía, especialmente el chile jalapeño, ya que es uno de los principales cultivos hortícolas que se siembra en la región después de la sandía, tomate y melón durante el ciclo primavera-verano. La superficie producida en los últimos años fluctúa alrededor de las 1,074 ha, con un rendimiento promedio de 15.6 Mg-ha⁻¹ (SIAP, 2010).

En México, los frutos del género *Capsicum* en especial la especie *annuum*, representan una tradición cultural, son utilizados como alimento y especia. En México y Centroamérica a los pimientos se les conoce como chiles, en Sudamérica y en las islas del Caribe, se les denomina ajíes (Everhart *et al*, 2002).

Actualmente en diversas partes del mundo se realizan, proyectos de investigación y desarrollo en búsqueda de modelos agrícolas que permitan; por un lado cumplir con el objetivo básico de proporcionar alimento a los habitantes del planeta y por otro lado mejorar y conservar los recursos naturales

empleados en la producción, básicamente agua y suelo. Dentro de los modelos con mayor potencial se encuentran la labranza de conservación y la agricultura orgánica. La primera encaminada principalmente al mejoramiento de las condiciones físico-químico-biológicas del suelo, el ahorro y eficiencia del agua; y el segundo encaminado a suprimir el uso de sustancias potencialmente tóxicas, con el objetivo, primero de producir alimentos seguros e inocuos y al mismo tiempo evitar la contaminación y la degradación de los recursos naturales de producción (García *et al*, 2006).

OBJETIVO

Evaluar los caracteres agronómicos y el rendimiento del cultivo de chile jalapeño, con la aplicación de diferentes dosis de Mastergrow, como fertilizante orgánico foliar complementado con fertilización química.

HIPÓTESIS

Ho: Que al menos una de las dosis de Mastergrow aplicados incrementarán significativamente los caracteres agronómicos y rendimiento en el cultivo de chile jalapeño. (***Capsicum annuum***) al aplicarle los nutrientes necesarios para su desarrollo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Chile

El nombre viene del Náhuatl, *chilli* y se aplica a numerosas variedades y formas de la planta herbácea o subarborescente anual *Capsicum annuum*, de la familia de las solanáceas. Esta especie agrupa a la gran mayoría de los tipos cultivados en México, entre los que destacan: serrano, ancho, jalapeño, morrón, mirasol, pasilla, y mulato. Además, presenta la mayor variabilidad en cuanto a tamaño, forma y color de los frutos, presentan coloración verde o amarillo cuando están inmaduros; roja amarilla, anaranjada o café cuando están maduros. Las características vegetativas son también muy variables, su cultivo va desde cerca del mar, hasta los 2500 msnm, abarcando diferentes regiones del país, razón por la cual se encuentra chile en el mercado todo el año.

Importancia del género *Capsicum annuum* L

El chile (*Capsicum* spp.) se ha convertido en uno de los principales condimentos a nivel mundial (Hernández 2009). Según Rajput (2004) el chile jalapeño también conocido como pimiento picante, es cultivado en las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

El chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) es uno de los principales cultivos a nivel latinoamericano, donde actualmente se le ha dado cierto valor agregado como ingrediente semi-procesado para la elaboración de un producto final. El chile jalapeño en salmuera, es uno de los productos que posee una gran demanda en el mercado extranjero como Guatemala, México, Costa Rica, entre otros. Algunos de los procesos de valor agregado incluyen: en escabeche y en encurtido, previa fermentación ácido-láctica, como lo indica Hernández *et al*, (2009).

Bettioli (2004) menciona que la sociedad cada vez está más interesada en reducir el daño al ambiente causado por las actividades agrícolas, sobre todo

con respecto a riesgos de salud en los consumidores, asimismo de los problemas ambientales, y la presencia de compuestos residuales en los suelos agrícolas como resultado del uso desmedido de agroquímicos. Para reducir el impacto de los agroquímicos sobre el ambiente, calidad de los productos vegetales y obtener productos inocuos.

Los principales países importadores son Alemania, Francia, Estados Unidos y Canadá, quienes representan el 70% del total de las exportaciones. En su mayor parte importan los tipos no picantes o dulces, utilizando parte para consumo y parte para procesarlo antes de exportarlo como producto envasado (Sistema Producto Chile Verde Baja California Sur, 2003).

Clasificación taxonómica del Chile jalapeño

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteriade

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *C. annuum*

Subespecie: *C. annuum var. annuum*

El género *Capsicum* agrupa a más de 26 especies, de las que sólo 12, incluyendo algunas variedades, son empleadas por el hombre. Sólo cinco de las especies han sido domesticados y se cultivan. (López-Riquelme O, 2003)

Para algunos taxónomos, la primera especie (*C. annuum*, tiene también los siguientes sinónimos botánicos: *C. conoide Mill.*; *C. curvipes Donal*; *C. fasciculatum Sturtev.*; *C. grossum L.*; *C. longum A. DC.* Y *C. petenense Standl*)

incluyendo a todos los chiles tales como jalapeño, serranos, ancho, pasillas, mirasol o guajillo, de árbol, piquín (Anonymous, 2010)

Descripción Botánica

Capsicum es un género descrito por Carlos Linneo y que publicó en el año 1753 en su monumental obra *Species Plantarum* [1:188-189]. Se cree que el nombre asignado deriva del griego kopto que significa picar que es su principal característica (Salazar y Silva, 2004); sin embargo, López-Riquelme (2003) menciona que significa caja, en alusión a que las semillas están encapsuladas en una especie de caja, aunque, de acuerdo a su tipo, el fruto es clasificado como una baya.

El chile jalapeño pertenece a la familia de las Solanáceas, plantas anuales, semiherbáceas, de hojas alternas y flores pequeñas blancas. El chile jalapeño es proveniente principalmente de América del Norte y Centro América, sin embargo se ha expandido por todo el mundo, por ejemplo: China, Japón, Corea, Estados Unidos, España entre otros (Casaca, 2005; Vidal 2006). Algunas de las variedades más conocidas son: Mitla, Sayula, Grande, Dulce, Firenze, Tula, Jalapeño M., Rey, Perfecto, Ixtapa (Codex alimentarius 2009; Casaca, 2005).

La producción de Chile en México

Del total de variedades producidas, en México existe una concentración de 22 grupos de chiles verdes los cuales destacan el jalapeño, el poblano y el serrano; y 12 seco. Los chiles verdes, se producen durante la mayor parte del año realizándose dos cosechas, la siembra del ciclo otoño-invierno que inicia en diciembre y concluye en agosto y la de primavera-verano que abarca de marzo a junio.

Por variedades la tercera parte de la producción es de chile jalapeño con 31%; y junto con serrano 10.9%, poblano 9.7% y morrón 8.1% aportaron 59.7% del

volumen nacional total de chiles verdes en el año 2009. SIAP, 2011. En el periodo de 2000 a 2009, la superficie cosechada registró una tasa media anual de crecimiento de -0.4%, pues pasó de 145, 647 hectáreas en el 2000 a 140,424 en el 2009, esta disminución se debió a diversos problemas en la producción. SIAP, 2011.

Diversidad genética de *Capsicum annuum* L.

Capsicum annuum, es la especie más ampliamente conocida y de mayor importancia económica debido a su distribución y diversidad. Actualmente tiene distribución mundial, principalmente desde Sudamérica hasta Arizona; sin embargo, la domesticación ocurrió en México y América central en donde se encuentra una amplia diversidad derivada del antecesor silvestre chiltepín (*C. annuum* var. *Aviculare*). Dicha diversidad se clasifica en tipo de acuerdo a características del fruto, sabor, color, forma, tamaño y uso. Aguilar-Rincón *et al*, 2010.

Se considera que la diversidad de reproducción es básica para la humanidad al representar la seguridad alimentaria. Parte de la diversidad la ha generado el hombre a través de la domesticación de plantas a lo largo de miles de años. Dada la gran diversidad de tipos de chiles cultivados y silvestres que hay en México, la amplia diversidad, distribución y los diversos usos que se le dan a los frutos, la importancia económica de este cultivo es evidente. Sin embargo, existe un problema con la gran diversidad pues solo se conoce y aprovecha a nivel regional a local. Aguilar-Rincón *et al*, 2010.

Fertilización foliar

La fertilización foliar es una excelente herramienta para complementar y equilibrar dieta de la planta. Los micronutrientes se pueden dar por esta vía en forma adecuada, en el momento justo y en condiciones óptimas (Melgar, 2005).

Melgar (2005), menciona que los principios fisiológicos de los transporte de los nutrientes absorbido por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta y la movilidad de los distintos nutrientes no es lo mismo a través del floema.

El fertilizante con el nutriente se aplica sobre la superficie de las hojas, penetra dentro de ellas y se distribuye al resto de la planta (Melgar, 2005).

Barone, (2010), menciona que en el momento de su respectiva aplicación se debe dar las siguientes aplicaciones: sin rocío, bajas temperaturas. (La planta posee los estomas cerrados con lo cual no puede absorber el producto), la planta no debe pasar por un estado de estrés, necesita de 24 horas para su completa aplicación, por lo tanto una lluvia en ese periodo podría llegar a ser perjudicial.

Producto Mastergrow

Es un producto que contiene sustancias que potencializan el metabolismo y los mecanismos complejos de señalización molecular, que aunados a su fórmula completa y balanceada aporta todos los elementos necesarios para la correcta nutrición de las plantas.

Los componentes de respuesta específica estimulan las respuestas del sistema de resistencia adquirida local y sistémica, lo que conduce al desarrollo fuerte y vigoroso de las plantas.

Los elementos nutrimentales conformados por macroelementos, elementos secundarios y microelementos destacan por satisfacer las distintas funciones fisiológicas: alimentación de las plantas, metabolismo, fotosíntesis, crecimiento, desarrollo, reproducción, rendimiento, calidad de fruto, (www.lidag.com, 2013).

Cuadro 1. Composición garantizada de Mastergrow

	% p/p		% p/p
Precusores enzimáticos	2.00	Cobalto (Co)	0.01
Componentes de respuestas específicas	0.10	Fierro (Fe)	0.11
Nitrógeno (N) Total	15.00	Magnesio (Mg)	0.08
Fosforo (P ₂ O ₅)	20.00	Manganeso (Mn)	0.09
Potasio (K ₂ O)	8.00	Molibdeno (Mo)	0.03
Azufre (S)	9.61	Sodio (Na)	1.01
Calcio (Ca)	0.44	Zinc (Zn)	0.28
Cobre (Cu)	0.05		

(www.lidag.com, 2013).

Modo de acción

Al asperjar Mastergrow sobre la superficie de la hojas, los elementos nutrimentales contenidos en las formulas, se absorben por los espacios interfibras de la pared de las células epidermales o se difunden por intercambio iónico a través de ectocitos hasta llegar a la plasmalema en donde los mensajeros químicos transportan a los nutrientes en los citoplasma de la célula y los incorpora a los metabolitos que se generan en el proceso de fotosíntesis, los cuales posteriormente son trasladados a los sitios de mayor demanda para optimizar la capacidad productiva de los cultivos, (www.lidag.com, 2013).

Aplicación de Mastergrow en diferentes Cultivos

Liliáceas: agave azul, tequilana, cebolla. **Poáceas:** caña de azúcar, cebada, maíz, trigo. **Cucurbitáceas:** calabaza, melón, pepino, sandía. **Solanáceas:** berenjena, chile, papa, tomate. **Arbustos frutales:** cerezo, papayo, vid, zarzamora. **Árboles frutales:** aguacatero, cítricos, mango, nogal.

Soluciones Steiner

Steiner (1961) estableció el concepto de relación mutua entre los aniones NO_3^- , H_2PO_4^- y SO_4^- , y entre los cationes K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} . Se basó en que una solución nutritiva debe estar regulada en sus macronutrientes contenidos en los iones mencionados (N, P, K, Ca, etc.). La regulación nutritiva consiste no solo en la cantidad absoluta de cada elemento aportado sino, además, en la relación cuantitativa que se establece entre los aniones por una parte y los cationes por la otra.

Steiner (1961), indicó que cuando se aplica la solución nutritiva en forma continua, las plantas pueden absorber iones a muy bajas concentraciones. Sin embargo, es probable que a una concentración demasiado baja, la demanda mínima de determinados nutrientes no sea cubierta.

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y de todos los nutrientes esenciales en forma iónica y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro y de algún otro micronutriente que puede estar presente (Steiner, 1968).

El requerimiento nutricional de los cultivos depende de la especie vegetal, adaptación a las condiciones climáticas, propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos o sustratos, características del agua de riego, incidencia de organismos dañinos y manejo cultural. Tomando en cuenta lo anterior, se deben desarrollar técnicas de cultivos para determinar las prácticas de producción más adecuadas, estudiando simultáneamente los principales nutrientes para mejorar los niveles de producción de los cultivos (Berrios, 2004).

Agricultura orgánica

La típica agricultura convencional o industrial permite la utilización de todo tipo de insumos y medios físicos, químicos, biológicos y biotecnológicos con la finalidad única de producir sin pensar en los daños ocasionados al suelo, agua, aire, flora y fauna; es por eso que surge como una alternativa a este problema la agricultura orgánica que se fundamenta en la producción de alimentos de una manera, social, económica y ambientalmente sustentable (García *et a*, 2010).

Durante las últimas dos décadas, se ha registrado un comportamiento muy dinámico en la producción, demanda y el consumo de productos orgánicos, sobre todo en los países desarrollados. La explicación reside en la preocupación creciente de la población en relación a la ingesta de productos alimenticios inocuos, sanos, de los cuales se conozca su origen y trayectoria real, así como la mayor conciencia por la conservación del ambiente, y algunas posiciones de solidaridad con grupos sociales menos favorecidos en los países en vías de desarrollo (ASERCA, 2005).

García *et al*, (2009), mencionan que los alimentos orgánicos son producidos mediante prácticas que promueven la fertilidad del suelo y la diversidad biológica, y excluyen todos aquellos productos químicos que se usan en la agricultura convencional, además que promueve la salud de agroecosistema, la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, excluyendo el uso externo de insumos y prefiriendo el uso de prácticas dentro de los cultivos, por lo tanto, la agricultura orgánica no permite el uso de muchos insumos por lo que forzosamente utiliza lo que se denomina servicios ecosistémicos; dentro de éstos, se pueden considerar el control biológico, la polinización, la formación del suelo, y los ciclos de los nutrientes son vitales para la generación sustentable de alimentos y fibras.

La agricultura orgánica es un sistema de producción agrícola que se considera por algunos sectores de la población como un sistema con impactos benéficos en el futuro de la agricultura sustentable (Wheeler, 2008).

Abono orgánico

Los abonos orgánicos mejoran las características físicas y previenen la erosión del suelo, reducen la dependencia de insumos externos de alto costo económico y ambiental, enfocado a una agricultura sostenible, en donde se disminuye y elimina el empleo de agroquímicos a fin de proteger el ambiente, y la salud animal y humana (Acevedo y Pire, 2004).

Los abonos orgánicos se han utilizado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada dependiendo de su composición química, procedencia y manejo, los abonos orgánicos pueden aportar cantidades importantes de nutrimentos para los cultivos, lo que reduce el uso de fertilizantes químicos (López-Martínez *et al*, 2001). Los abonos orgánicos pueden prevenir, controlar e influir en la severidad de patógenos del suelo; además, sirven como fertilizantes y mejoradores del suelo (FAO, 2003) y presentan una amplia variación de efectos que dependen del material aplicado y de su grado de descomposición.

Elementos para el crecimiento y desarrollo del cultivo

Para el desarrollo normal u óptimo de cualquier cultivo se requieren 17 elementos o nutrientes esenciales. Estos nutrientes son carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y níquel (Ni) Arnon y Stout, (1939).

Nutrientes esenciales

Nutrientes esenciales podrían ser definidos como lo que sin ellos las plantas no pueden completar su ciclo de vida, insustituibles por otros elementos, y están involucrados directamente en el metabolismo de las plantas (Fageria *et al*, 2002; Rice, 2007). Epstein y Bloom (2005), citan dos criterios de esencialidad de un nutriente. Estos criterios son: 1) el nutriente es parte de una molécula que es un componente intrínseco de la estructura o metabolismo de la planta y 2) las plantas muestran anormalidad en su crecimiento y desarrollo cuando el nutriente en cuestion es omitido de un medio de crecimiento comparado con una planta que no está privada del nutriente.

Nitrógeno

El nitrógeno (N) es el elemento más indicado para valorar la calidad de un abono orgánico (Gómez, 2000), porque (i) presenta altas posibilidades de ocasionar daño ambiental por pérdidas de amoníaco (NH_3) por volatilización, de nitrato (NO_3^-) por lixiviación y por la presencia de emisiones de óxido nitroso (N_2O) (Grigatti *et al*, 2007) y (ii) este elemento no existe en la fracción mineral del suelo y su disponibilidad depende de la presencia de materia orgánica mineralizable y de los procesos de fijación biológica del N atmosférico, por las transformaciones que presenta (Mazarino, 2002).

La agricultura y el uso de fertilizantes nitrogenados

El nitrógeno (N) forma parte de los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas y con frecuencia es el nutriente más limitante en la mayoría de los suelos agrícolas (Daughtry *et al*, 2000; Samborski *et al*, 2009). Sin el aporte de fertilizantes nitrogenados no hubiese sido posible el incremento en la producción de los cultivos en la agricultura moderna (Balasubramanian *et al*, 2004). La aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados es una práctica común para asegurar la disponibilidad del elemento pero no es sostenible desde el punto de vista medioambiental (Schröder *et al*, 2000; Scharf y Lory, 2009). Normalmente, hasta un máximo del 50% del N mineral aportado a un

cultivo es recuperado por las plantas y el resto se disipa al medioambiente causando impactos adversos (Balasubramanian *et al*, 2004). Los nitratos procedentes de la actividad agrícola contribuyen a la contaminación de ecosistemas acuáticos y de las aguas subterráneas (Samborski *et al.*, 2009, Thompson *et al*, 2009).

El nitrógeno en la planta

En la planta, el nitrógeno se encuentra fundamentalmente bajo forma orgánica. Las materias nitrogenadas de reserva están esencialmente constituidas por proteínas, que difieren según las especies vegetales. Pero el nitrógeno no se encuentra solo bajo forma proteica, sino también en forma de compuestos más simples, que constituyen los intermediarios entre los compuestos nitrogenados minerales absorbidos y las sustancias proteicas de síntesis. Así, el nitrógeno se encuentra en moléculas tan importantes como las purinas, pirimidinas, porfirinas, vitaminas, alcaloides y enzimas.

Función del nitrógeno en la planta

Es uno de los elementos que más interviene en el rendimiento de un cultivo, además éste es aplicado en grandes cantidades (Huber y Thompson, 2007). El nitrógeno tiene una influencia grande sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos que cualquier otro elemento. El nitrógeno juega un papel principal en varios procesos fisiológicos y bioquímicos en la planta, constituyendo en la molécula de la clorofila el cual juega un papel importante en la fotosíntesis.

Fósforo

El fósforo (P) es un nutriente de baja solubilidad y movilidad de los suelos que se encuentran generalmente en situaciones de deficiencia para el crecimiento vegetal, y solo puede ser repuesto mediante la fertilización (McDowell & Sharpley, 2003; Takaishi & Anwar, 2007).

Tiene una amplia influencia sobre el ecosistema natural y agrícola que cualquier otro elemento en la planta (Brady y Weil, 2002). El fósforo es un elemento esencial para las plantas, su característica principal es su lenta movilidad en el suelo. La acción de este elemento está influenciada por la concentración de la temperatura, intensidad de luz, aireación en el suelo, humedad en el suelo, pH del suelo, arquitectura de la raíz, tasa de respiración y transpiración, edad de la planta, tasa de crecimiento, especie y concentración interna del elemento en las plantas.

El fósforo en la planta

Comparado con otros nutrientes, el P presenta una menor disponibilidad para las plantas, lo cual lo convierte en un factor limitante para la producción agrícola. Esta baja disponibilidad se relaciona con la elevada reactividad que tiene el anión fosfato con los diversos constituyentes del suelo y de la rizosfera (Hinsinger, 2001)

Las plantas y los microorganismos captan el P en su forma inorgánica desde la solución del suelo, preferentemente como H_2PO_4^- y HPO_4^{2-} . Los compuestos orgánicos de P son derivados de residuos microbianos, vegetales y animales; éstos pueden ser mineralizados por la biomasa microbiana o estabilizados en la matriz del suelo (Oehl *et al.*, 2004).

Potasio

El potasio (K) es un macronutriente esencial requerido en grandes cantidades para el normal crecimiento y desarrollo de los cultivos. Algunas de las principales funciones de las plantas donde el K está comprometido son: la osmorregulación, la síntesis de los almidones, la activación de enzimas, la síntesis de proteínas el movimiento estomático y el balance de cargas iónicas.

El catión potasio no posee funciones estructurales, sin embargo, es el catión más común en los procesos metabólicos de las plantas. Roles esenciales del potasio han sido encontrados en la síntesis de proteínas, en el proceso

fotosintético y en el transporte de azúcares desde las hojas a los frutos y en la producción y acumulación de aceites. La acción del potasio en la síntesis de proteínas aumenta la conversión del nitrato absorbido en proteínas, lo que contribuye a mejorar la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados aplicados (SQM, 2006). Valores típicos de potasio en las plantas son 3-4% de materia seca.

El potasio en la planta

Las funciones principales del potasio son: incrementa el sistema radicular, mejora la absorción de agua y nutrientes. Ayuda a retardar las enfermedades, conforma parte de las funciones fisiológicas, no sólo el K incrementa la resistencia de tejido de las plantas, sino también reduce la población de hongos en el suelo, reduce su patogenicidad y promueve cicatrización rápida de una herida. La deficiencia de este elemento en plantas bajo diferentes ecosistemas no es común como las deficiencias de N y P. Por lo tanto, las deficiencias de K⁺ no son muy definidas como N y P, sin embargo son acompañadas por principales cambios en la coloración de las hojas. Por su alta movilidad, las deficiencias de este elemento se observan primero en las hojas más viejas, como síntomas puede presentarse una quemadura a lo largo de los márgenes de las hojas más viejas, crecimientos lentos, raíces no desarrolladas y baja resistencia a las enfermedades.

Azufre

El azufre es un elemento fundamental para el crecimiento y funcionamiento fisiológico de las plantas, aumentando la producción, calidad del grano y la eficiencia en el uso del nitrógeno y fósforo. En las plantas la mayor parte del azufre se encuentra en las proteínas, en los aminoácidos cisteína y metionina además de glutatión, coenzimas, sulfolípidos, glucosinolatos y polisacáridos.

El S, como el N, está presente en todas las funciones y procesos que son parte de la vida de la planta, desde la absorción iónica hasta su participación en el RNA y DNA, pasando por el control del crecimiento y diferenciación de los

tejidos de la planta. El azufre es parte de una variedad de compuestos como coenzimas (biotina, pirofosfato de tiamina, coenzima A, ácido lipóico), proteínas con hierro (Fe) y S (ferridoxinas), tioredoxinas, sulfolípidos, cisternas substituidas (Se-cisteínas), ésteres de sulfato (colina), flavonoides, lipoideos, glucosinolatos, polisacarídeos, sinfónicos, y compuestos reducidos (Malavolta, 2006).

El azufre en la planta

El azufre juega varios papeles en el crecimiento y desarrollo de la planta, de acuerdo con Fageria y Gheyi (1999) son: promotor en la formación de nódulos en las leguminosas, mejorador el contenido nutricional de los productos a cosechar. Aplicaciones con azufre en el suelo reducen el ataque de los patógenos en varios cultivos (Klikocka *et al.*, 2005; Haneklaus *et al.*, 2007). El azufre interacciona comúnmente con nitrógeno, y los requerimientos de S por el cultivo son mejorados con la aplicación de N.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental

El experimento fue realizado en el invernadero del Departamento de Ciencias del Suelo, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, colonia Bella Vista, Saltillo, Coahuila, México, en 2012.

Descripción del área

El invernadero es considerado de baja tecnología con extractores de aires, laterales transparente.

Semilla

Se utilizó semilla certificada de chile jalapeño Var. Grande.

Siembra

Se sembró el 15 de julio del año 2012, en charolas de polietileno de 200 cavidades, se regaron cada 2 días en forma manual. Al mes y 1 semana se trasplantaron las plántulas a macetas que contenían perlita y peat moss.

Preparación del sustrato

Se utilizó sustrato que contiene peat moss y perlita se colocaron en bolsas, después de una semana las plántulas de chile se trasplantaron.

Riegos y fertilización

Los riegos se hacían cada 2 a 3 días con la solución Steiner. Para la fertilizar las macetas se aplicó la solución Steiner al 25% después del trasplante y se incrementó de acuerdo al avance del cultivo hasta llegar al 50%.

Plagas

Las plagas que se presentaron en el experimento son: mosquita blanca (*Bemisa tabaci*) y paratrioza (*Bacterisera cockerelli*), se aplicó productos químicos para su control.

Plaguicidas

Se aplicó el plaguicida Pounce a 0.4 ml. En 1L de agua para controlar mosquita blanca y para la paratriosa fue Agromet 1.5 ml, en 2 L. de agua.

Dosis de Mastergrow

Utilizamos el producto Mastergrow para ver si podríamos obtener algunos cambios tanto agronómicos como de calidad en el cultivo de chile variedad grande. Se realizaron dos aplicaciones, primera a los 44 días después del trasplante y la segunda a los 66 días después del trasplante, de acuerdo al cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos establecidos en el cultivo de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.

No. Tratamiento	Dosis	Fecha de aplicación
T ₁	Testigo	Soluciones Steiner
T ₂	1.5 kg/ha	1.0 ----- 44 días
		0.5 ---- 66 días
T ₃	3.0 kg/ha	1.5 ----- 44 días
		1.5 ----- 66 días
T ₄	4.5 kg/ha	3.0 ----- 44 días
		1.5 ----- 66 días

Aplicación de solución Steiner

Todos los elementos nutritivos esenciales para la planta son tomados o asimilados en forma de iones. Estos iones pueden ser positivos (cationes) o negativos (aniones).

Cuadro 3. Solución Steiner al 25% aplicada a plantas de chile jalapeño Var. Grande en Invernadero. UAAAN, 2012.

Fuentes de fertilización	Fórmulas químicas	mg/L	50 L
Nitrato de calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	64.19	3.21 gr
Nitrato de potasio	KNO_3	126.88	6.34 gr
Nitrato de magnesio	MgNO_3	6.31	0.315 gr
Ácido fosfórico	H_3PO_4	0.00536 ml	0.268 ml
Urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	35.08	1.754 gr
Quelato de Fe al 7%	42 gr/1000 L	2.1 gr /50 L	
Micronutrientes	1 ml/L	50 ml/ 50 L	

Cuadro 4. Solución Steiner al 50% aplicada a plantas de chile jalapeño Var. Grande en Invernadero. UAAAN, 2012.

Fuentes de fertilización	Fórmulas químicas	50 L
Fosfato monoamónico	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$	16.5 gr
Nitrato de calcio	CaNO_3	28.5 gr
Sulfato de potasio	KSO_3	15.25 gr
Nitrato de magnesio	MgNO_3	18.25 gr
Quelato de Fe al 7%	2.5 gr /50 L	
Micronutrientes 1 ml/L	50 ml/ 50 L	

Cuadro 5. Solución Steiner al 100% aplicada a plantas de chile jalapeño Var. Grande en Invernadero. UAAAN, 2012.

Fuente de fertilización	Formulas químicas	50 L
Fosfato monoamónico	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$	33 gr
Nitrato de calcio	CaNO_3	57 gr
Nitrato de potasio	KNO_3	30 .5 gr
Nitrato de magenesio	MgNO_3	37 gr
Quelato de Fe al 7%	5 gr /50 L	
Micronutientes	50 ml/ 50 L	

Caracteres Agronómicos Evaluados

Altura de planta

Con una regla de medición de aluminio marca BACO se midieron las plantas después de una semana de trasplante, considerando desde el cuello de la planta hasta el meristemo apical de la misma, se realizaron tres evaluaciones, durante el desarrollo del experimento.

Medición de diámetro de tallo

El tallo se midió con un Vernier digital marca CALIPER DIGITAL 150 mm 6 Pulgadas. Midiendo el diámetro al ras de la base del tallo.

Peso fresco de follaje

Las plantas se avaluaron a los 30 días después del trasplante fueron cortadas desde la base del tallo, se pesó hojas y tallos, se pesaron en una balanza marca VELAB VE 1000.

Peso seco de follaje

Después de pesar las plantas se cortaron en trozos pequeños, depositándose en una estufa marca MAPSA modelo HDP 333 a una temperatura de 60 °C por 24 horas. Se pesaron en una Balanza marca VELAB VE 100.

Peso fresco de raíz

Se cortaron a la base del tallo y se pesaron en una Balanza marca VELAB VE 1000, utilizando la metodología anterior.

Peso seco de raíz

La raíz se metió en una estufa marca MAPSA modelo HDP 333 a una temperatura de 60 °C por 24 horas.

Longitud de raíz

Se midió con una regla de aluminio marca BACO, desde el cuello de la planta hasta el meristemo apical de la raíz.

Rendimiento

Se realizaron dos cortes, sumando el peso de fruto para cada tratamiento, obteniendo la media en cada planta y posteriormente el rendimiento.

Análisis de datos

La altura de planta y diámetro de tallo se analizaron en parcelas divididas se utilizó el paquete estadístico UNL run.

Modelo estadístico en parcelas divididas

$$y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + n_{ij} + \delta_k + (\tau\delta)_{jk} + e_{ijk}$$
$$i = 1, 2, \dots, r, j = 1, 2, \dots, p, k = 1, 2, \dots, q$$

Donde: μ es un efecto general, β_i el efecto del bloque completo, i , τ_j el efecto del tratamiento j sobre la parcela grande (ij) , n_{ij} el elemento aleatorio de error sobre la parcela grande (ij) , δ_k es el efecto del subtratamiento k dentro de la parcela grande (ij) , $(\tau\delta)_{jk}$ la interacción entre el tratamiento j y el subtratamiento k , e_{ijk} el error sobre la parcela chica (ijk) y y_{ijk} el valor de la característica en estudio.

Para peso fresco y seco de follaje, peso fresco y seco de raíz, longitud de raíz y rendimiento se analizaron con el diseño completamente al azar.

Modelo estadístico diseño completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \dots, t \\ j = 1, 2, 3, \dots, r \end{array}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima unidad experimental

μ = Media general de la variable de respuesta

τ_i = Efecto del tratamiento i-ésimo tratamiento (nivel del factor en la variable dependiente).

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta

En la prueba de comparación de medias del cuadro 6, se muestra el análisis de varianza de tres evaluaciones de altura de planta encontrando diferencia ($P \leq 0.05$) en el Factor A (concentración de Mastergrow y fertilizante químico) y en el factor B (muestreos) no hubo diferencia en ninguna evaluación.

Cuadro 6. Cuadrados medios de tres evaluaciones de altura de planta en cultivo de chile jalapeño Var. Grande con aplicación de Mastergrow en invernadero. UAAAN, 2012.

FV	GL	M1		M2		M3	
		CM	F	CM	F	CM	F
REPETICIONES	2	0.77	1.74	1.21	0.92	1.85	2.10
FACTOR A	3	2.23	5.03*	5.26	4.01NS	5.94	6.75*
ERROR A	6	0.44		1.30		0.87	
FACTOR B	2	0.66	0.72NS	0.94	0.80NS	1.81	1.09NS
INTERACCION	6	0.97	1.05NS	0.45	0.38NS	1.14	0.69NS
ERROR B	16	0.92		1.17		1.64	
TOTAL	35						
CV %		7.48		7.84		8.36	

CV= Coeficiente de variación; FV=fuente de variación; GL= grados de libertad; CM= cuadrados medios, F= f calculada; M1, M2, M3= muestreos; * =Significativo; NS= no significativo.

En la prueba de comparación de medias del cuadro 7, se observa que aunque existió diferencia significativa en el muestreo 1 y 3, en el 2 se muestra la misma tendencia, y aunque el tratamiento 4 (4.5 kg/ha) produjo los mayores valores con incrementos de 9.62, 13.31 y 13.27% en los tres muestreos respectivamente. También se observa que las 3 dosis de Mastergrow son iguales estadísticamente, solo se diferencian del testigo. Lo que está de

acuerdo con el estudio de Alonso *et al*, 2002., en la producción de chile jalapeño con nutrición nitrogenada y potásica, ya que la altura de planta está determinada por estos dos elementos y que cuando se realizaron aplicaciones de nitrógeno en el intervalo de 290 y 390 kg/ha y aplicaciones de potasio en el intervalo de 50 y 90 kg/ha, se favoreció el incremento en la altura de planta.

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias, en tres muestreos para altura de planta, en cultivo de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.

Tratamiento	Altura (cm)		
	9DDT	16DDT	23DDT
1	12.15 B	12.77	14.31 B
2	12.90 AB	13.85	15.21 AB
3	13.03 A	14.29	15.72 A
4	13.32 A	14.47	16.21 A

DMS-0.05= nivel de significancia; DDT = días después del trasplante.

Diámetro de tallo

En la prueba de comparación de medias del cuadro 8, se muestra el análisis de varianza de una evaluación de diámetro de tallo se observó que no hubo diferencia (≤ 0.05) en el factor A (concentración de Mastergrow y fertilizante químico), ni en el factor B (muestreos).

Cuadro 8. Cuadrados medios de una evaluación de diámetro de tallo en chile jalapeño Var. Grande con aplicación de Mastergrow en invernadero. UAAAN, 2012.

FV	GL	CM	F
REPETICIONES	2	0.02	0.92
FACTOR A	3	0.04	2.03NS
ARROR A	6	0.02	
INTERACCION	2	0.02	1.19NS
ERRROR B	6	0.01	0.50
TOTAL	16	0.01	
CV%	35	5.38	

CV= Coeficiente de variación; FV= fuente de variación; GL= grados de libertad; CM= cuadrados medios; F= f calculada; NS= nivel de significancia.

En la prueba de comparación de medias del cuadro 9, se observa que el mejor tratamiento es el 4, no hay diferencias estadísticas pero hay diferencias numéricas, comparado con el testigo (7.11%). Sin embargo, Preciado *et al*, 2008, indican que el incremento en el diámetro del tallo se debe principalmente a la concentración de nitrógeno en la solución nutritiva en forma de amonio, coinciden con los reportes de otros autores, mencionan que en suelos con buena humedad y con aplicaciones de nitrógeno (390 kg/ha) y aplicaciones de potasio de 90 (kg/ha), se favoreció significativamente el diámetro de tallo (8.1 mm) en plantas de chile jalapeño (Alonso *et al*, 2002).

Cuadro 9. Prueba de comparación de medias para diámetro de tallo en un muestreo, en cultivo de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.

Tratamiento	Medias (cm)
1	2.53
2	2.62
3	2.62
4	2.71

DMS=0.05= nivel de significancia.

Peso fresco y seco de follaje

En la prueba de comparación de medias del cuadro 10, se muestra el análisis de varianza de dos evaluaciones de peso fresco y seco de follaje encontrando diferencia ($P \leq 0.05$) con aplicación de Mastergrow y fertilizante químico, en los tratamientos de la primera evaluación, en la segunda evaluación el peso seco no hubo diferencia.

Cuadro 10. Cuadrados medios de dos evaluaciones de peso fresco y seco de follaje en chile jalapeño Var. Grande con aplicación de Mastergrow en invernadero. UAAAN, 2012.

		M1				M2			
		PFF		PSF		PFF		PFS	
FV	GL	CM	F	CM	F	CM	F	CM	F
TRATAMIENTOS	3	0.71	6.23*	0.01	4.69*	56.81	4.38*	1.16	2.71NS
ERROR	8	0.11		0.01		12.96			
TOTAL	11								
CV%		15.19		4.21		15.53		16.25	

CV= Coeficiente de variación; PFF= peso fresco de follaje; PSF= peso seco de follaje; FV= fuente de variación; GL= grados de libertad; CM=cuadrados medios; F= f calculada; M1, M2= muestreos; NS= no significativo; * significativo.

En la prueba de comparación de medias del cuadro 11, se observa que el mejor tratamiento de la primera evaluación de peso fresco y seco de follaje es el 4 (4.5 Kg/ha), además de que el testigo es igual estadísticamente. En la segunda evaluación de peso fresco se observa que el mejor tratamiento es el 1(testigo), el T2 (1.5 kg/ha) y T3 (3.0 kg/ha). Este comportamiento ha sido observado en otras investigaciones en las que reportaron que una alta concentración de nitrógeno promueve un mayor peso fresco de hoja, debido a que el nitrógeno se encuentra en las moléculas tan importantes como las purinas y las pirimidinas de los ácidos nucleicos esenciales para la síntesis de proteínas, también en proferinas de las clorofilas y en los citocromos que son esenciales para la fotosíntesis y la respiración (Alcantar *et al*, 2008). Y en peso seco no hay diferencias estadísticas pero si numéricas el mejor tratamiento es el 2 comparado con el testigo con una diferencia de 7.90%. Por otro lado, Houdusse *et al*. 2007 en su estudio efecto de fuentes de nitrógeno en el crecimiento y nutrición mineral de chile (*Capsicum annuum* L.) y trigo (*Triticum aestivum* L.) mencionan que el peso seco de hoja presentan altos valores cuando las plantas son alimentadas con nitratos (4.85 g planta) en comparación con las que son alimentadas con amonio (2.16 g planta).

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias para peso fresco y seco de follaje en dos muestreos, en cultivo de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.

Tratamiento	M1 a los 30 ddt (g)		M2 a los 90 ddt (g)	
	PFF	PSF	PFF	PSF
1	2.27 AB	0.34 AB	26.14 A	4.30
2	1.67 B	0.27 B	27.13 A	4.64
3	2.11B	0.32 B	21.86 AB	3.93
4	2.85 A	0.42 A	17.63 B	3.19

DMS-0.05= nivel de significancia; ddt= días después del trasplante; PFF= peso fresco de follaje; PSF=peso seco de follaje. Peso fresco y seco de raíz

Peso fresco y seco de raíz

En la prueba de comparación de medias del cuadro 12, se muestra el análisis de varianza de dos evaluaciones de peso fresco y seco de raíz encontrando diferencia ($P \leq 0.05$), en peso fresco de la primera evaluación y en peso seco no hay diferencias, en la segunda evaluación hubo diferencia.

Cuadro 12. Cuadrados medios de dos evaluaciones de peso fresco y seco de raíz en chile jalapeño Var. Grande con aplicación de Mastergrow en invernadero. UAAAN, 2012.

	M1					M2			
	PFR		PSR		PFR		PSR		
FV	GL	CM	F	CM	F	CM	F	CM	F
TRATAMINETOS	3	0.30	4.51*	0.01	0.58NS	14.05	3.52NS	0.18	0.19NS
ERROR	8	0.06		0.01		3.99		0.08	
TOTAL	11								
CV%		20.34		20.76		18.34		19.16	

CV= Coeficiente de variación; PFR= peso fresco de raíz; PSR= peso seco de raíz; FV= fuente de variación; GL= grados de libertad; CM= cuadrados medios; F= f calculada; M1, M2= muestreos; * significativo.

En la prueba de comparación de medias del cuadro 13, se observa que el mejor tratamiento en la primera evaluación de peso fresco es el 4 aunque con el testigo es estadísticamente igual. Preciado *et al*, 2008, mencionan que el nitrógeno unido con el fósforo son los responsables del peso fresco de la raíz, junto con el potasio, el fósforo forma parte de los ácidos nucleicos y participa en la síntesis de proteínas, interviene en todos los procesos metabólicos de transferencia de energía, formación de membranas, dándoles resistencia a los tejidos, estimula la formación de raíces asociado al potasio. Y en peso seco no hay diferencias estadísticas pero el testigo fue el mejor tratamiento. En la segunda evaluación no hubo diferencias estadísticas de peso fresco ni en peso seco pero el testigo fue el mejor tratamiento. El peso seco de la raíz está ligado

con los niveles de calcio y potasio en la solución nutritiva, esto significa que una baja concentración de calcio y una alta concentración de potasio disminuye el peso seco de raíz, pero al aumentar la concentración de calcio (de 1.5 a 4 mmol L⁻¹), se incrementó el peso seco de raíz (Rubio *et al*, 2010).

Por otro lado, Houdusse *et al*, 2007, mencionan que el peso seco de raíz se incrementa cuando las plantas son alimentadas con nitrógeno en forma de nitrato (2.72 g planta) en comparación con las que son alimentadas con nitrógeno en forma de amonio (1.52 g planta)

Cuadro 13. Prueba de comparación de medias en gramos para peso fresco y seco de raíz en dos muestreos, en cultivo de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.

Tratamiento	M1 (g)		M2 (g)	
	PFR	PSR	PFR	PSR
1	1.28 AB	0.16	12.58	1.65
2	1.05 B	0.13	12.84	1.71
3	1.05 B	0.13	9.67	1.45
4	1.72 A	0.15	8.46	1.17

DMS-0.05= nivel de significancia; PFR= peso fresco de raíz, PSR= peso seco de raíz; M1, M2= muestreos.

Longitud de raíz

En la prueba de comparación de medias del cuadro 14, e muestra el análisis de varianza de dos evaluaciones de longitud de raíz donde no hay diferencia ($P \leq 0.05$).

Cuadro 14. Cuadrados medios de dos evaluaciones de longitud de raíz en chile jalapeño Var. Grande con aplicación de Mastergrow en invernaderos. UAAAN, 2012.

FV	GL	M1 (cm)		M2 (cm)	
		CM	F	CM	F
TRATAMIENTOS	3	17.00	3.01NS	50.14	2.55NS
ERROR	8	5.64		19.62	
TOTAL	11				
CV%		12.96		13.17	

CV= Coeficiente de variación; FV= fuente de variación; GL= grados de libertad; CM= cuadrados medios; F= f calculada; NS= no significativo.

En la prueba de comparación de medias del cuadro 15, se observa que el mejor tratamiento en la primera evaluación es el 4 (4.5 Kg/ha), no hay diferencias estadísticas pero si hay diferencias numéricas comparado con el testigo da una diferencia de 23.81%, en la segunda evaluación el mejor tratamiento es el 2 (1,5 Kg/ha) no hay diferencias estadísticas pero si hay diferencias numéricas comparado con el testigo da una diferencia de 20.93%.

Cuadro 15. Prueba de comparación de medias en centímetro para longitud de raíz en dos muestreo, en cultivo de chile jalapeño. UAAAN, 2012.

Tratamiento	M1	M2
1	17.31	30.91
2	15.75	37.38
3	18.96	27.58
4	21.31	32.76

DMS-0.05= nivel de significancia; M1, M2= muestreos.

Rendimiento peso de fruto por planta

En la comparación de medias del cuadro 16, se muestra el análisis de varianza de rendimiento encontrando diferencia ($P \leq 0.05$).

Cuadro 16. Cuadrados medios de rendimiento de chile jalapeño Var. Grande aplicando Mastergrow en invernadero. UAAAN, 2012.

FV	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	3	387.86	5.92*
ERROR	8	65.51	
TOTAL	11		
CV		11.47	

CV= Coeficiente de variación; FV= fuente de variación; GL= grados de libertad; CM= cuadrados medios; F= f calculada; * significativo.

La prueba de comparación de medias de peso de fruto por planta del cuadro 17. Indica que hubo un incremento de 13.47 %, en el T₃ (3Kg/ha) comparado con el testigo, aunque estadísticamente son iguales. Al respecto, Medina, 2010 y Reta *et al*, 2007, afirman que los cultivos hortícolas, como chile jalapeño, requieren de una aplicación adecuada de fertilizantes para expresar un óptimo rendimiento y calidad, y dentro de éstos, la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio son de los factores de crecimiento más importantes en la expresión del rendimiento, quizá por ello al aplicar Mastergrow con dosis de 3 Kg/ha se incrementó la producción de fruto en este experimento.

Cuadro 17. Prueba de comparación de medias para la producción en peso de fruto/ planta, en dos cortes de chile jalapeño Var. Grande en invernadero. UAAAN, 2012.

Tratamiento	Peso x planta (g)
1	74.26 AB
2	57.63 C
3	84.27 A
4	66.20 BC

DMS-0.05= nivel de significancia.

CONCLUSIÓN

Los caracteres agronómicos en el cultivo de chile jalapeño Var. Grande son modificados con la aplicación del Mastergrow para altura de planta no hubo influencia de las tres dosis y La dosis de 3 Kg/ha incrementó el peso de frutos por planta.

LITERATURA CITADA

- Acevedo, I. C. y R. Pire. 2004. Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (Carica papaya L.). *Interciencia* 29: 274-279.
- Aguilar- Rincón, V. H, T. Corona Torres; P. López López; L. Latournerie Moreno; M. Ramírez Meraz; H. Villalón Mendoza y J.A. Aguilar Castillo. 2010. Los chiles de México y su distribución. SINTAREFI, colegio de posgraduados, INIFAP, IT-Conkal, UANL, UAN. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Alcantar G. G. y Trejo-Téllez L. 2008. Nutrición de cultivos. Editorial Mundi-Prensa. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México.
- Alonso-Báez M., Tijerina-Chávez L., Sánchez G. P. Aceves N.L.A., Escalante E. A. J. y Martínez G. A. 2002. Producción de chile jalapeño con fertirriego como función de la tensión de humedad del suelo, nutrición nitrogenada y potásica. *Terra* 20: 209-215.
- Arnon, D.I., Stout, P.R. 1939. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiology*. 14:371-385.
- Aserca, 2005. Importancia y Perspectiva de los Productos No Tradicionales. *Rev. Claridades Agropecuarias* No. 132. Agosto. México, D.F. p. 2-4
- Aktas H.; Abak, K.; Sensoy, S. 2009. Genetic diversity in some Turkish pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes revealed by AFLP analyses. *African Journal of Biotechnology* 8(18): 4378-4386.
- Anonymous. (s/f): Capsicum. En *Tropicos*. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?name=capsicum&commonname=> [Consulta: 27 abril 2010]
- Balasubramanian V., Alves, B., Aulakh, M., Bekunda, M., Cai, Z., Drinkwater, L., Mugendi, D. Van kessel, C. Onema, O. 2004. Crop, environmental and management factors affecting nitrogen use efficiency. En: *Agriculture and the Nitrogen Cycle* (Mosier et al., Eds). Island Press, 19-33.

- Barone, D. 2010 Ing. Agrónomo del grupo Campo Beltramino los fertilizantes foliares. Disponibles en [http:// www.barone.com](http://www.barone.com)
- Berrios U. M. E. 2004. Pudrición Apical en Pimientos, 1ª. Convención del Chile 2004. p 340-343.
- Bettiol W. 2004. Orgánica Convencional de cultivo de tomate. Ciencia agrícola. 61p.
- Brady, N.C., Weil, R.R. 2002. The nature and properties of soils, 13th edition, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Casaca, A. 2005. Guía tecnológica de frutas y verduras: El cultivo de Chile jalapeño. SAG. P 3-4.
- Codex alimentarius, 2009. Anteproyecto de norma para el Chile fresco. Pag. 1-2.
- Dapigny, L., de Tourdonnet, S., Roger-estrade, J., Jeuffroy, M.-H. y Fleury, A. 2000. Effect of nitrogen nutrition on growth and nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.), under various conditions of radiation and temperature. Agronomie, 20: 843-855.
- Epstein, E., Bloom, A.J. 2005. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives, 2nd edition. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Everhart, E., Haynes, C. y Jauron R. 2002. Guía de Horticultura de Iowa State University. El huerto doméstico. Iowa State University. Extension. 1-4.
- Fageria, N.K., Baligar, V.C., Clark, R.B. 2002. Micronutrients in crop production. Adv. Agron. 77:185-268.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2003. Manejo del suelo: producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín(56): 180. Roma, Italia.
- FAOSTAT Prostat Crops. 2009. FAO. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. (consulta: 18 de mayo de 2010).
- Fageria, N.K., H.R. Gheyi 1999. Efficient crop production. Campina Grande, Paraíba, Brazil: University of Paraíba.

- García José L., Hernández, Ricardo, Valdez Cepeda. D, Rodríguez Ortiz J.C., E. O. Rueda-Puente, Servín Villegas Rosalía, Beltrán Morales Félix A. 2006 Agricultura Sustentable en Baja California Sur: Indicadores de Calidad en Agricultura Orgánica.
- García-Hernández J.L., Valdez Cepeda R.D., Servín-Villegas R., Murillo Amador B., Rueda-Puente E.O., Salazar-Sosa E., Vázquez-Vázquez C. and Troyo-Diéquez E. 2009. Manejo de Plagas en la Producción de Hortalizas Orgánicas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.
- Gómez J. 2000. Abonos orgánicos. Impresora Feriva S. A. Colombia, p49-69.
- Grigatti, M., Perez, M., Blokc, W., Ciavattaa, C. y Veeken, A. 2007. A standardized method for the determination of the intrinsic carbon and nitrogen mineralization capacity of natural organic matter sources. *Soil Biology & Biochemistry* 39(7):1493–1503.
- Haneklaus, S.E., Bloem Schnug, E. 2007. Sulfur and plant disease. In: Mineral nutrition and plant disease, L. E. Datnoff, W. H. Elmer, and D.M. Huber, Eds., 101-118. St. Paul, Minnesota: The American Phytopathological Society.
- Hermosillo-Cereceres, M. A.; González-García, J.; Romero-Gómez, S. J.; Luján-Favela, M.; Hernández-Martínez, A.; Arévalo-Gallegos, S. 2008. Relación genética de materiales experimentales de chile tipo chilaca con variedades comerciales. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(3): 301-307.
- Hernández, A.; Ochoa, A.; Lopez, E.; Garcia, S. 2009. Extracción de capsaicinoides durante la deshidratación osmótica de chile Habanero en Salmuera. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, Vol. 7, Num. 2, pag. 127.
- Hernández, E.; Rodríguez, L.; González, L.; Martínez, I. 2009. Estudios preliminares de la fermentación de jugo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) Empleando *Lactobacillus plantarum*. Pag. 105.
- Hinsinger, P. 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant Soil*. 237: 173-195.
- Houdusse F., Garnica M. y García-Mina J. M. 2007. Nitrogen fertiliser source effects on the growth and mineral nutrition of pepper (*Capsicum annuum* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 2099-2105.

- Huber, D. M., Thompson, I.A. 2007. Nitrogen and plant disease. In. Mineral nutrition and plant disease, L. E. Datnoff, W.H. Elmer, and D. M. Huber, Eds., 31–44. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society.
- Klikocka, H., Haneklaus, S., Bloem, E., Schnug, E. 2005. Influence of sulphur fertilization on infection of potato tubers with *Rhizoctonia solani* and *Streptomyces scabies*.
- López-Martínez, J. D., A. Díaz-Estrada, E. Martínez-Rubín y R. D. Valdez-Cepeda. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra* 19:293-299.
- López-Riquelme O G. Chilli: La especia del nuevo mundo. *Ciencias (Méx.)*. 069: 66-75. (2003). Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/644/64406912.pdf> [Consulta: 30 abril 2010]
- McDowell, RW & A.N. Sharpley. 2003. Phosphorus solubility and release kinetics as a function of soil test P concentration. *Geoderma* 112(1-2): 143-154.
- Malavolta, E. 2006. Manual de nutrición mineral de plantas. Sao paulo: Editora Agronómica Ceras, 631 p.
- Mazzarino, M. 2002. Circulación de nutrientes en ecosistemas naturales: Conservación en la vegetación y dinámica en el suelo. XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Asociación Argentina de la ciencia del suelo, Puerto Madryn, Abril de 2002, p12.
- Medina n. Borges GJ, Soria FL. 2010. Composición nutrimental de biomasa y tejidos conductores en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.1:219-228
- Melar, R. 2005 “Aplicación foliar de micronutrientes” obtenido en <http://www.fertilizando.com> consultado 13-01-2011.
- Oehl, F., Frossard, E., Fliessbach, A., Dubois, D. and Oberson, A. 2004. Basal organic phosphorus mineralization in soils under different farming systems. *Soil Biol. Biochem.* 36: 667-675.

- Preciado R. P., Lara-Herrera A., Segura C. M. A., Rueda P. E. O., Orozco V. J. A., Yescas C. P. y Montemayor T. J. A. 2008. Amonio y fosfato en el crecimiento de plántulas de chile jalapeño. *Terra* 26: 37-42.
- Rajput J, Parulekar P. 2004., Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. El Pimiento. Editores: D.K. salunkhe; S.S. Kadam. Editorial ACRIBIA, S.A. pag. 203.
- Reta-Sánchez DG, Cueto-Wong JA, Gaytán-Mascorro, Cesar Jesús-Santamaría. 2007. Rendimiento y extracción de nitrógeno, fósforo y potasio de maíz forrajero en surcos estrechos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*; 33: 145-151.
- Rice, R.W. 2007. The physiological role of mineral in the plant. In: Mineral nutrition and plant disease, L.E. Datnoff, W.H. Elmer, and D.M. Huber, Eds., 9-29. St. Paul, Minesota: The American Phytopathological Society.
- Rubio J.S., García-Sánchez F., Flores P., Navarro J. M. y Martínez V. 2010. Yield and fruit quality of sweet pepper in response to fertilisation with Ca²⁺ and K⁺. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8 (1): 170-177.
- Salazar L, Silva C. 2004. “Efectos farmacológicos de la capsaicina, el principio pungente del chile”. *Biología Scripta*. 1(1): 7-14.
- Samborski, S.M., Tremblay, N. y Fallon, E. 2009. Strategies to make use of plant sensors- based diagnostic information for nitrogen recommendations. *Agronomy Journal*, 101: 800–816.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. www.siap.gob.mx. Consultada en octubre de 2010.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011. www.siap.gob.mx.
- Scharf, P.C. y Lory, J.A. 2009. Calibrating reflectance measurements to predict optimal sidedress nitrogen rate for corn. *Agronomy Journal*, 101:615–625.
- Schröder, J.J., Neeteson, J.J., Oenema, O. y Struik, P.C. 2000. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. *Field Crops Research*, 66: 151-064.
- Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil*. 15:134-154.

Steiner AA (1968) Soilless culture. En Proc. 6th Colloq. Int. Potash Inst. Florence, Italy. pp. 324-341.

Sistema Producto Chile Verde Baja California Sur. 2003.
<http://www.snitt.org.mx/pdfs/demanda/chile-verde.pdf>

SQM, 2006. SQM Crop Kit Tomato. Steiner, A.A. 1968. Soilless culture. Proceedings of the 6th Colloquium of the Internacional Potash Institute. pp: 324-341.

Takahashi, S & M R Anwar. 2007. Wheat grain yield, phosphorus uptake and soil phosphorus fraction after 23 years of annual fertilizer application to an Andosol. Field Crops Research. 101(2): 160-171.

Thompson, R.B., Gallardo, M., Joya, M., Segovia, C., Martínez-Gaitán, C. y Granados, M.R. 2009. Evaluation of rapid analysis systems for on-farm nitrate analysis in vegetable cropping. Spanish Journal of Agricultural Research, 7: 200-211.

Vidal, J. 2006. Efectos del factor térmico en el desarrollo y crecimiento inicial de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivado en el campo. Maestría en ciencias agrarias. Pag. 4-13.

Wheeler S.A. 2008. What influences agricultural professionals views towards organic agriculture. Ecologica Economics 65: 145–154.

www.lidag.com